

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

(11) N° de publication :  
 (à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

**2 537 364**

(21) N° d'enregistrement national :

**82 20120**

(51) Int Cl<sup>3</sup> : H 04 B 9/00.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 1<sup>er</sup> décembre 1982.

(71) Demandeur(s) : INSTRUMENTS SA — FR.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 23 du 8 juin 1984.

(72) Inventeur(s) : Jean-Pierre Laude.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

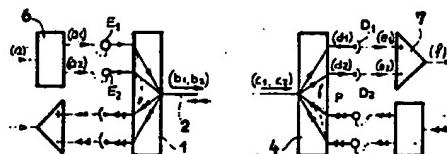
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Louis Dupuy.

(54) Procédé de transmission d'informations par fibre optique et dispositif pour la mise en œuvre du procédé.

(57) Procédé de transmission d'informations par fibre optique où l'information est transformée en une lumière modulée introduite à une extrémité d'une fibre optique 2 et recueillie à l'autre extrémité sur un détecteur qui restitue le signal initial.

A l'émission le signal  $a$  à transmettre est transformé en deux signaux secondaires en opposition  $a_1$  et  $a_2$ . Chaque signal  $a_1$  et  $a_2$  est utilisé pour modular séparément deux lumières  $b_1$  et  $b_2$  sans longueurs d'onde communes, qui sont multiplexées dans la fibre 2, puis démultiplexées et appliquées séparément à deux détecteurs  $D_1$  et  $D_2$ . Les signaux  $e_1$  et  $e_2$  issus respectivement de  $D_1$  et  $D_2$  sont soustraits algébriquement dans un amplificateur différentiel 7 pour former le signal final  $f$ .



M = 1

FR 2 537 364 - A1

2537364

1

Procédé de transmission d'informations par fibre optique et dispositif pour la mise en oeuvre du procédé

La présente invention concerne un procédé de transmission d'informations par fibre optique et s'applique donc aux télécommunications par voie optique. En télécommunication optique l'information à transmettre est transformée en une modulation d'une lumière issue d'un émetteur, la lumière modulée étant transmise à longue distance par une fibre optique ; à l'autre extrémité de la fibre la lumière modulée est reçue sur un récepteur qui restitue l'information, par exemple sous forme électrique ou électronique.

L'invention concerne aussi le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.

10 Le signal optique modulé pourra avoir des formes diverses, comme par exemple celle d'une variation périodique d'intensité de la lumière en fonction du temps ou bien, toujours en fonction du temps, une information numérique binaire avec allumage ou extinction (1 ou 0) ou encore des trains d'impulsions très brèves. Quelle que soit la forme du signal son intensité 15 lumineuse varie en s'affaiblissant tout au long de la fibre ; son niveau moyen en particulier varie le long de la ligne ce qui est un inconvénient car on ne peut pas, par exemple, utiliser les mêmes détecteurs en bout de ligne si les longueurs de ligne sont différentes. En outre le signal peut être soumis à des parasites optiques le long de la fibre, dus par exemple à 20 des phénomènes de thermoluminescence, ou de scintillation sous rayonnement nucléaire ou cosmique, ou simplement à des éclairements locaux dus à de microscopiques défauts de la fibre.

Il en résulte en définitive que le signal lumineux recueilli par le récepteur en bout de ligne est souvent déformé, et son niveau moyen déplacé, d'où des difficultés pour décoder correctement l'information transmise.

La présente invention permet de s'affranchir de ces inconvénients, et en particulier d'éliminer du signal recueilli les parasites qui auraient pu s'y superposer durant le passage dans la fibre optique ou dans 30 les coupleurs multiplexeurs/démultiplexeurs situés aux extrémités de la fibre.

L'invention s'applique donc à un procédé de transmission d'informations par fibre optique, procédé selon lequel chaque information est transformée côté émission en une lumière modulée introduite à l'extrémité 35 d'une fibre optique, et recueillie à l'autre extrémité par un récepteur

2537364

2

pour restituer le signal original. Selon l'invention le procédé comporte les phases suivantes :

a) côté émission le signal à transmettre est dédoublé en deux signaux secondaires en opposition,

5 b) chaque signal secondaire est ensuite utilisé de façon connue en soi pour moduler séparément deux lumières ne présentant pas de longueurs d'onde communes, ces deux lumières modulées étant ensuite multiplexées à l'entrée de la fibre de transmission,

c) à l'autre extrémité de la fibre chaque lumière est séparée par démultiplexage et appliquée séparément chacune à un récepteur,

10 d) les signaux électriques ou électroniques issus de chaque récepteur sont soustraits algébriquement pour former le signal final transmis.

Selon une forme préférentielle de réalisation, pour émettre les deux lumières sans longueurs d'onde communes, on utilise deux émetteurs identiques et on prélève pour chaque lumière des plages différentes dans la plage totale d'émission.

Le dispositif de mise en oeuvre comporte une fibre optique de transmission munie à chaque extrémité d'un coupleur multiplexeur/démultiplexeur ; selon l'invention il comporte en outre, pour au moins un signal à transmettre, un amplificateur à deux sorties en opposition, deux sources lumineuses modulables sans longueurs d'onde communes, deux détecteurs et un amplificateur différentiel.

Selon une forme préférentielle du dispositif les deux sources lumineuses sans longueurs d'onde communes sont constituées par deux émetteurs identiques associés chacun à des moyens pour prélever respectivement pour chaque lumière des plages de longueurs d'onde différentes dans la plage totale d'émission.

Pour une meilleure compréhension de l'invention on se réfèrera aux dessins annexés qui illustrent à la fois l'art antérieur et un exemple particulier de réalisation de l'invention.

La figure 1 est un schéma fonctionnel d'une transmission en duplex par fibre optique selon les procédés usuels actuels.

La figure 2 traduit, dans le cas des procédés actuels, les altérations successives que peuvent subir les signaux au cours de la transmission.

La figure 3, homologue de la figure 1, donne le schéma d'une transmission réalisée selon l'invention.

Les figures 4, 5 et 6 traduisent, dans le cas d'une transmission

2537364

3

selon l'invention, respectivement les altérations subies par chacun des deux signaux secondaires et le signal final qui en résulte.

Les figures 7 et 8 rappellent deux possibilités de choix de longueurs d'onde différentes pour les deux signaux secondaires à partir de 5 sources lumineuses identiques.

On se réfèrera tout d'abord, pour rappel de l'état actuel de la technique, aux figures 1 et 2 où l'on ne s'attachera qu'à la transmission de la droite vers la gauche, étant entendu que les mêmes phénomènes sont observables pour l'autre voie de la transmission duplex.

10 Le signal à transmettre (a) est ici représenté à titre d'exemple par un courant électrique sinusoïdal. Ce courant est utilisé pour moduler la lumière d'un émetteur E, par exemple une diode électroluminescente. Le signal lumineux modulé a la même forme (b) que le signal électrique initial (a) et il est introduit par le coupleur multiplexeur 1 dans la fibre optique 15 que 2 pour transmission à longue distance. Dans le coupleur 1 le signal (b) ne subit pratiquement aucune altération car dans la liaison bidirectionnelle représentée l'intensité du signal reçu en provenance de l'autre extrémité de la fibre est très faible vis à vis de celle du signal (b).

Au cours de son cheminement dans la fibre 2 le signal (b) s'affaiblit progressivement, et est en outre susceptible d'être altéré par des lumières occasionnelles parasites. A l'autre extrémité de la fibre 2 il prendra, par exemple, la forme (c), de plus faible amplitude que (b) et en particulier de plus faible niveau moyen I par rapport au niveau moyen  $I_0$  de (b). On pourra aussi observer des déformations locales telles que m dues à 25 une superposition d'une luminescence parasite ponctuelle. Bien entendu les altérations représentées ici et dans toute la suite de l'exposé sont volontairement considérablement amplifiées, et sont en réalité d'un tout autre ordre de grandeur relativement au signal transmis.

Dans le démultiplexeur 4 d'extrémité de ligne le signal (c) affaibli risque encore d'être perturbé par la proximité de la lumière intense en provenance de l'autre émetteur E' utilisé pour la transmission dans l'autre sens. La lumière parasite p en provenance de E', en s'ajoutant à (c), en relèvera le niveau moyen en  $I'$  ; comme la fréquence de modulation sera généralement différente elle modifiera également la forme de (c), et c'est finalement 35 le signal optique (d) qui sera reçu sur le détecteur D. Le signal final électrique ou électronique (e) reproduira toutes les altérations du signal lumineux (d).

On se réfèrera maintenant aux figures 3 à 6 qui permettent de sui-

2537364

4

vre dans les mêmes conditions que ci-dessus l'évolution des signaux électriques et lumineux lorsque la transmission est effectuée selon l'invention. Le même signal initial (a) est ici appliqué à un amplificateur 6 à deux sorties en opposition qui permet de dédoubler le signal initial (a) en deux signaux secondaires ( $a_1$ ), ( $a_2$ ) constamment en opposition.

On utilise séparément chaque signal ( $a_1$ ), ( $a_2$ ) pour moduler respectivement la lumière émise par les sources séparées  $E_1$  et  $E_2$  dont les signaux lumineux ( $b_1$ ), ( $b_2$ ) seront alors eux-mêmes en opposition relative. Les sources  $E_1$  et  $E_2$  sont choisies de telle sorte que leurs plages de longueurs d'onde ne comportent pas de longueurs d'onde communes si bien que, une fois introduits dans la fibre 2 par le coupleur multiplexeur 1, les deux signaux ( $b_1$ ) et ( $b_2$ ) se propagent sans interférence réciproque jusqu'au démultiplexeur 4 à l'autre extrémité de la fibre 2. Le signal lumineux ( $d_1$ ) qui sera appliqué au détecteur  $D_1$  sera le même que le signal (d) des figures 1 et 2, avec les mêmes altérations de forme, d'amplitude et de niveau moyen dues aux perturbations en ligne  $m$  et à la lumière parasite  $p$  dans le multiplexeur 4 ; le signal électrique ou électronique ( $e_1$ ) sera aussi le même que le signal (e) précédent.

Par contre, si l'affaiblissement en amplitude et niveau moyen de ( $b_2$ ) en ( $c_2$ ) dans la fibre 2 est le même que celui de ( $b_1$ ) en ( $c_1$ ), les perturbations parasites locales ou instantanées, de même sens sur les deux signaux en opposition ( $b_1$ ) et ( $b_2$ ), induiront une déformation  $m_2$  sur ( $b_2$ ) qui ne sera pas en opposition avec la perturbation correspondante  $m_1$  sur ( $b_1$ ). Il en sera de même pour les perturbations dues à la lumière parasite  $p$  dans le démultiplexeur 4, si bien qu'en définitive les signaux lumineux ( $d_1$ ) et ( $d_2$ ) et les signaux électriques ( $e_1$ ) et ( $e_2$ ) comportent une partie initiale en opposition réciproque à laquelle s'ajoutent des perturbations de même sens.

Les signaux électriques ( $e_1$ ) et ( $e_2$ ) sont alors appliqués aux deux entrées + et - d'un amplificateur différentiel 7. Les signaux de même sens et de même valeur absolue, ici les signaux parasites, s'annulent dans l'amplificateur différentiel, tandis que les valeurs absolues des signaux opposés s'ajoutent de telle sorte que le signal de sortie (f) reproduit strictement, à l'amplitude près dont on reste maître par les caractéristiques de l'amplificateur, le signal initial (a). On notera que le niveau moyen du signal (f) est toujours nul quel que soit le degré d'affaiblissement dans la fibre, et par conséquent quelle que soit la longueur de la fibre.

**2537364**

5

En pratique on observe que l'affaiblissement d'une onde lumineuse dans une fibre optique varie selon sa longueur d'onde. Pour éviter un affaiblissement trop différent de  $(b_1)$  à  $(c_1)$  et de  $(b_2)$  à  $(c_2)$  il sera préférable de choisir pour les lumières émises par  $E_1$  et  $E_2$  des plages de longueurs d'onde qui, sans avoir de valeurs communes, soient les plus proches possibles. On pourra pour cela utiliser des émetteurs identiques mais n'introduire dans la fibre de transmission qu'une partie seulement, différente pour chaque signal  $(b_1)$  et  $(b_2)$ , de la plage totale d'émission de la source.

On pourra par exemple utiliser un monochromateur à réseau de diffraction tel que décrit dans le brevet français 80-07849 ou sa deuxième addition 80-26465, permettant de recueillir sur une fibre optique de sortie seulement une plage de longueurs d'onde choisies dans la lumière amenée de l'émetteur par une fibre d'entrée. On pourra ainsi (figure 7) en utilisant deux sources  $E_1$  et  $E_2$  identiques dont la lumière est répartie sur la bande 1 de longueurs d'onde ne prélever pour  $(b_1)$  que la plage  $l_1$  et pour  $(b_2)$  que la plage  $l_2$ .

On obtiendra encore une meilleure égalité d'affaiblissement pour les deux signaux  $(b_1)$  et  $(b_2)$  en entrecroisant les longueurs d'onde affectées à chacun d'eux grâce à un dispositif à étalon de Fabry-Perot tel que décrit dans le brevet français 81-16826. On utilisera alors (figure 8) pour l'un des signaux  $(b_1)$  ou  $(b_2)$  un "peigne"  $s_1$  fin de longueurs d'onde prélevées dans la bande initiale par traversée d'un étalon Fabry-Perot, l'autre signal utilisant alors un "peigne"  $s_2$  légèrement décalé par une légère modification de l'angle d'incidence.

Bien entendu l'invention n'est pas strictement limitée au mode de réalisation qui a été décrit à titre d'exemple, mais elle couvre également les réalisations qui n'en diffèreraient que par des détails, par des variantes d'exécution ou par l'utilisation de moyens équivalents.

2537364

6

REVENDICATIONS

- 1.- Procédé de transmission d'informations par fibre optique, selon lequel chaque information est transformée, côté émission, en une lumière modulée introduite à l'extrémité d'une fibre optique (2), puis recueillie à l'autre extrémité par un récepteur pour restituer le signal original,  
5 caractérisé par le fait qu'il comporte les phases suivantes :  
a) côté émission le signal (a) à transmettre est dédoublé en deux signaux secondaires en opposition ( $a_1, a_2$ ),  
10 b) chaque signal secondaire ( $a_1, a_2$ ) est ensuite utilisé de façon connue en soi pour moduler séparément deux lumières ne présentant pas de longueurs d'onde communes, ces deux lumières modulées ( $b_1, b_2$ ) étant ensuite multiplexées à l'entrée de la fibre de transmission,  
c) à l'autre extrémité de la fibre chaque lumière ( $c_1, c_2$ ) est séparée par  
15 démultiplexage et appliquée séparément chacune à un récepteur ( $D_1, D_2$ ),  
d) les signaux électriques ou électroniques ( $e_1, e_2$ ) issus de chaque récepteur ( $D_1, D_2$ ) sont soustraits algébriquement pour former le signal final transmis (f).

- 2.- Procédé de transmission selon revendication 1,  
20 caractérisé par le fait que pour émettre les deux lumières sans longueurs d'onde communes on utilise deux émetteurs identiques et on prélève pour chaque lumière des plages différentes de longueurs d'onde dans la plage totale d'émission.

- 3.- Dispositif de transmission d'informations par fibre optique,  
25 pour la mise en oeuvre du procédé selon revendication 1,  
comportant une fibre optique de transmission (2) munie à chaque extrémité d'un coupleur multiplexeur/démultiplexeur (1, 4),  
caractérisé par le fait que pour au moins un signal à transmettre il comporte :  
30 - un amplificateur à deux sorties en opposition (6),  
- deux sources lumineuses ( $E_1, E_2$ ) modulables sans longueurs d'onde communes,  
- deux détecteurs ( $D_1, D_2$ ),  
- un amplificateur différentiel (7).

- 4.- Dispositif de transmission selon revendication 3,  
35 caractérisé par le fait que les deux sources lumineuses ( $E_1, E_2$ ) sans longueurs d'onde communes sont constituées par deux émetteurs identiques associés chacun à des moyens pour prélever respectivement pour chaque lumière

**2537364**

7

des plages de longueurs d'onde différentes dans la plage totale d'émission.

2537364

1/2

Fig 1

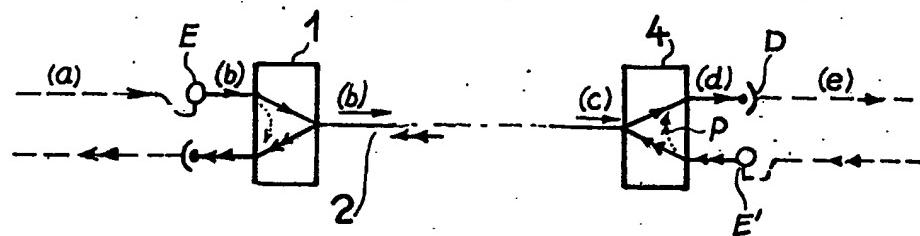


Fig 2

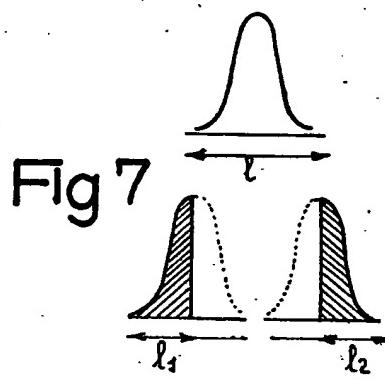
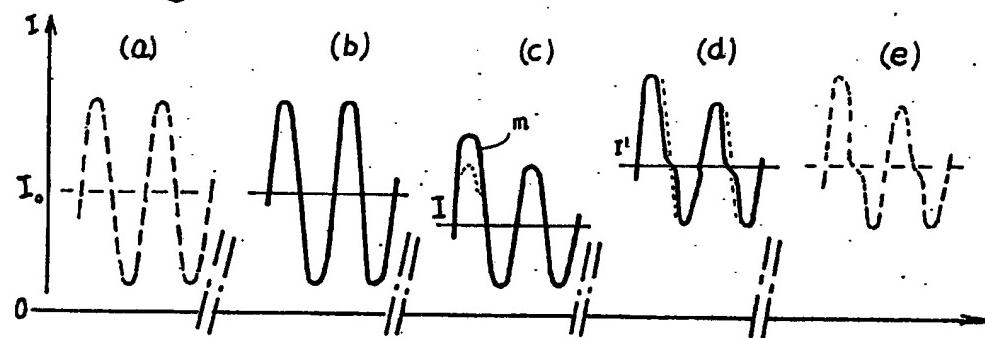


Fig 7

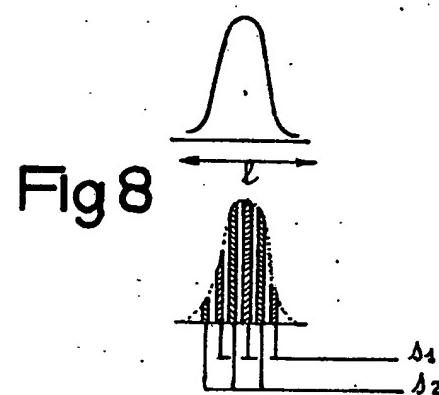
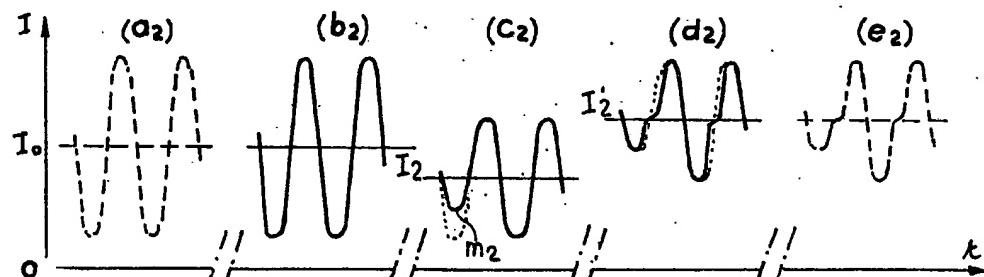
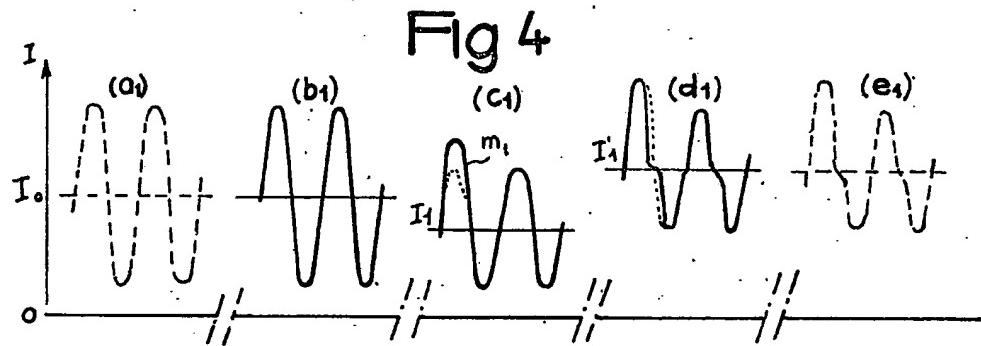
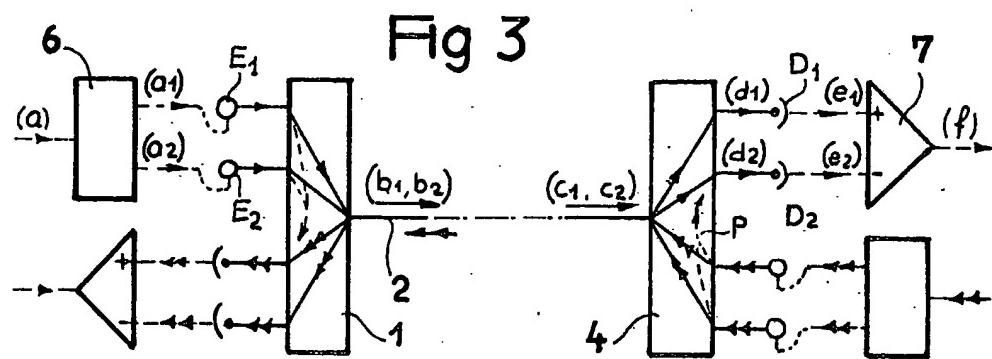
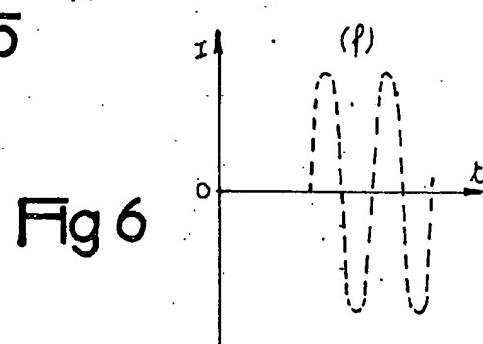


Fig 8

2537364

2/2.

**Fig 5****Fig 6**

French Patent No. 82 20120  
[Portions only as requested]

---

Job No.: 6669-98462

Ref.: FR2537364A

Translated from French by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

\* \* \*

[Abstract]

Method for the transmission of data by optical fiber where the data are transformed into modulated light which is introduced at one end of an optical fiber 2 and collected at the other end by a detector which recreates the original signal.

At the time of emission, the signal  $a$  to be transmitted is transformed into two secondary opposite signals  $a_1$  and  $a_2$ . Each signal  $a_1$  and  $a_2$  is used to separately modulate two lights  $b_1$  and  $b_2$  which have no wavelengths in common, and which are multiplexed in the fiber 2, then demultiplexed and applied separately to two detectors  $D_1$  and  $D_2$ . The signals  $e_1$  and  $e_2$  which originate from  $D_1$  and  $D_2$ , respectively, are algebraically subtracted in a differential amplifier 7 to form the final signal  $f$ .

\* \* \*

The invention is thus applied in a method for data transmission by optical fiber, which method is characterized in that each piece of data is transformed on the emission side into modulated light which is introduced in one end of an optical fiber, and collected at the other end by a receiver to recreate the original signal. According to the invention, the method comprises the following phases:

- a) on the emission side: the signal to be transmitted is transformed into two secondary opposite signals,
- b) each secondary signal is used to separately modulate two lights which have no wavelengths in common, where these two modulated lights are then multiplexed at the input of the transmission fiber,
- c) at the other end of the optical fiber, each light is separated by demultiplexing and each is applied separately to a receiver, and
- d) the electrical or electronic signals which originate from each receiver are algebraically subtracted to form the final transmitted signal.

According to a preferred embodiment, to emit the two lights which have no wavelengths in common, one uses two identical emitters and one collects, for each light, different ranges from the entire range of emission.

The device for carrying out the method comprises an optical transmission fiber which is fitted at each end with a multiplexer/demultiplexer couple; according to the invention, it also comprises at least one signal to be transmitted, an amplifier with two opposite outputs, two light sources that can be modulated and have no wavelengths in common, two detectors and a differential amplifier.

\* \* \*

Figure 3, which is homologous to Figure 1, is a schematic representation of a transmission carried out according to the invention.

Figures 4, 5 and 6 show, for the case of transmission according to the invention, the respective alterations applied to each one of the two secondary signals and the resulting final signal.

Figures 7 and 8 review two possibilities of choice of different wavelengths for the two secondary signals from identical light sources.

Reference is made, first, to a review of the current state of the art, in Figures 1 and 2, where we look only at transmission from right to left, with the understanding that the same events can be observed if the other direction of duplex transmission is used.

The signal to be transmitted (a) here is represented, for example, by a sinusoidal electrical current. This current is used to modulate the light of an emitter E, for example an electroluminescent diode. The modulated light signal has the same shape (b) as the initial electrical signal (a) and it is introduced by the multiplexer coupler 1 in optical fiber 2 for transmission over long distances. In the coupler 1, the signal (b) undergoes practically no alteration, because in the represented bidirectional connection the intensity of the signal received from the other end of the fiber is very low compared to that of signal (b).

\* \* \*

Reference is made now to Figures 3-6 which allow one to monitor, under the same conditions as above, variations of the electrical and light signals when the transmission is carried out according to the invention. The same initial signal (a) is here applied to an amplifier 6 with two opposite outputs, which splits the initial signal (a) into two secondary signals ( $a_1$ ) and ( $a_2$ ) which are always opposite.

\* \* \*

### Claims

1. Method for the transmission of data by optical fiber, according to which each piece of data is transformed, on the emission side, into modulated light which is introduced in the end of an optical fiber (2) and then collected at the other end by a detector which recreates the original signal characterized by the fact that it comprises the following phases:

a) on the emission side, signal (a) to be transmitted is split into two opposite secondary signals ( $a_1, a_2$ ),

b) each secondary signal ( $a_1, a_2$ ), is then used in a known manner to separately modulate two lights which have no wavelengths in common, where these two modulated lights ( $b_1, b_2$ ) are then multiplexed at the input of the transmission fiber,

c) at the other end of the optical fiber, each light ( $c_1, c_2$ ) is separated by demultiplexing and separately applied to each of the receivers ( $D_1, D_2$ ), and

d) the electric or electronic signals ( $e_1, e_2$ ) which originate from each receptor ( $D_1, D_2$ ) are algebraically subtracted to form the final transmitted signal (f).

2. Method for transmission according to Claim 1, characterized by the fact that, to emit the two lights which have no wavelengths in common, one uses two identical emitters and one collects, for each light, different ranges of wavelengths from the entire range of emission.

3. Device for the transmission of data by optical fiber for carrying out the method according to Claim 1, comprising an optical transmission fiber (2) fitted at each end with a multiplexer/demultiplexer couple (1, 4), characterized by the fact that, for at least one signal to be transmitted, it comprises:

- an amplifier with two opposite outputs (6),
- two light sources ( $E_1, E_2$ ) which can be modulated and have no wavelengths in common,
- two detectors ( $D_1, D_2$ ), and
- one differential amplifier (7).

4. Device for transmission according to Claim 3, characterized by the fact that the two light sources ( $E_1, E_2$ ) which have no wavelengths in common, consist of two emitters each combined with a means to collect, for each light, ranges with different wavelength from the entire range of emissions.